

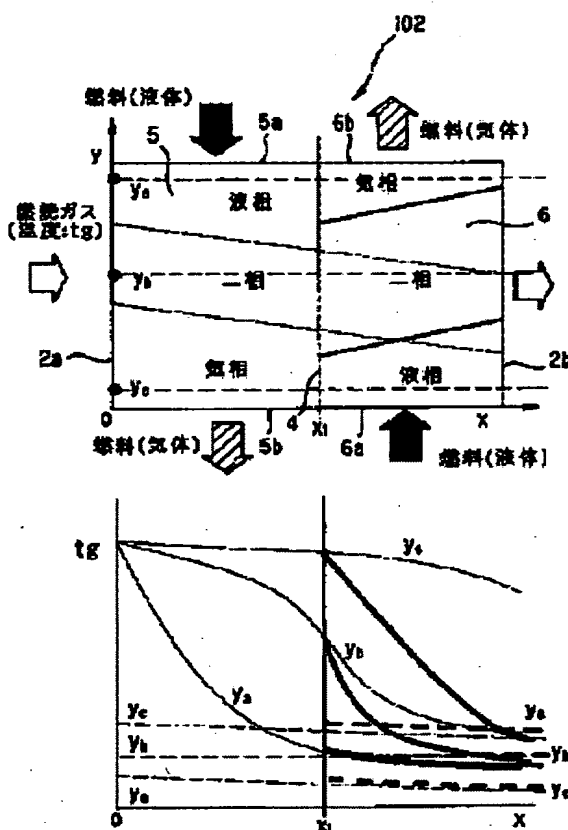
## HEAT EXCHANGER AND FUEL REFORMING SYSTEM

**Patent number:** JP2002350072  
**Publication date:** 2002-12-04  
**Inventor:** TAZAKI YUTAKA  
**Applicant:** NISSAN MOTOR  
**Classification:**  
 - International: F28D9/00; C01B3/32; H01M8/04; H01M8/06  
 - european:  
**Application number:** JP20010162138 20010530  
**Priority number(s):** JP20010162138 20010530

Report a data error here

## Abstract of JP2002350072

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a compact heat exchanger that can obtain heat exchanger performance that is excellent in transient responsiveness by efficiently transmitting the heat energy of a gas to fuel.  
**SOLUTION:** In the heat exchanger (102), a flow passage to which a liquid is introduced and another flow passage to which the gas is introduced are formed in a state where the passages cross each other at right angles. The flow passage to which the liquid is introduced is provided in the vertical direction and, at the same time, divided into an upstream divided flow passage (5) and a downstream divided flow passage (6) with respect to the flow passage to which the gas is introduced. In the heat exchanger (102), heat exchange accompanied by a phase change is caused by introducing the liquid to the upstream divided flow passage (5) from the upside and to the downstream divided flow passage (6) from the underside.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-350072

(P2002-350072A)

(43)公開日 平成14年12月4日(2002.12.4)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
F 2 8 D 9/00  
// C 0 1 B 3/32  
H 0 1 M 8/04  
8/06

識別記号

F 1

テームト\* (参考)

F 2 8 D 9/00

3 L 1 0 3

C 0 1 B 3/32

A 4 G 0 4 0

H 0 1 M 8/04

N 5 H 0 2 7

8/06

A

G

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2001-162138(P2001-162138)

(22)出願日 平成13年5月30日(2001.5.30)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 田崎 豊

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74)代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

Fターム(参考) 3L103 AA37 BB37 CC02 CC18 DD12

4G040 EA02 EA06 EA07 EB03 EB12

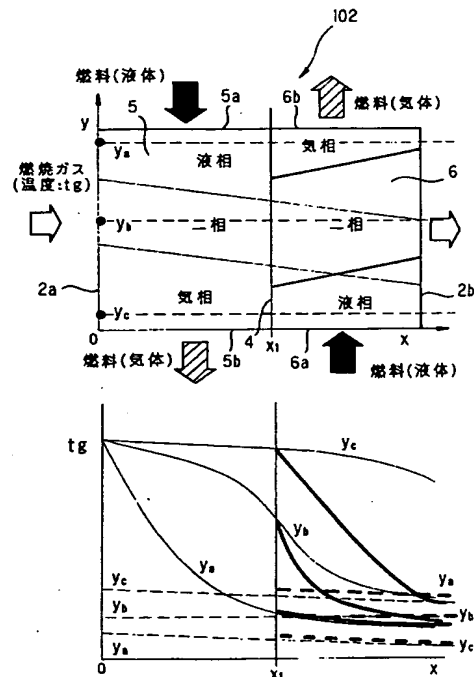
5H027 AA02 AA08 BA01 BA08

(54)【発明の名称】 熱交換器及び燃料改質システム

(57)【要約】

【課題】 ガスの熱エネルギーを効率良く燃料に伝えてコンパクトで過渡応答性に優れた熱交換性能を得る。

【解決手段】 液体が導入される流路とガスが導入される流路とを直交して形成した熱交換器(102)において、液体が導入される流路を上下方向に設けるとともに、この流路をガスが導入される流路に対して上流側と下流側とに2分割し、上流側に位置する分割流路(5)には液体を上方から、下流側に位置する分割流路(6)には液体を下方から導入し、相変化を伴う熱交換を行わせる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】液体が導入される流路とガスが導入される流路とを直交して形成した熱交換器において、液体が導入される流路を上下方向に設けるとともに、この流路をガスが導入される流路に対して上流側と下流側とに2分割し、上流側に位置する分割流路には液体を上方から、下流側に位置する分割流路には液体を下方から導入し、相変化を伴う熱交換を行わせることを特徴とする熱交換器。

【請求項2】前記液体は燃料であることを特徴とする請求項1に記載の熱交換器。

【請求項3】前記液体が水と液体燃料である場合に、一方の分割流路に水を他方の分割流路に液体燃料を分離して導入することを特徴とする請求項1に記載の熱交換器。

【請求項4】前記燃料が沸点の異なる2種の液体である場合に、沸点の相対的に高い側の液体を上流側に位置する分割流路に、沸点の相対的に低い側の液体を下流側に位置する分割流路に導入することを特徴とする請求項1に記載の熱交換器。

【請求項5】液体が導入される流路とガスが導入される流路とを直交して形成した熱交換器において、液体が導入される流路を上下方向に設け、液体を上方から導入して過熱蒸気へと変換する相変化を伴う熱交換を行わせるとともに、熱交換部を過熱蒸気の同一温度ラインに合わせて設定し、熱交換部の下部を加熱蒸気の流路として用いることを特徴とする熱交換器。

【請求項6】前記液体は燃料であることを特徴とする請求項5に記載の熱交換器。

【請求項7】前記上下方向は鉛直方向であることを特徴とする請求項1から6までのいずれか一つに記載の熱交換器。

【請求項8】前記ガスは燃焼ガスであることを特徴とする請求項1から6までのいずれか一つに記載の熱交換器。

【請求項9】液体燃料と水の混合液からなる原燃料蒸気を生成する蒸発器と、前記原燃料蒸気と酸素を含む気体とを用いて、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質器とを備える燃料改質システムにおいて、前記蒸発器を、液体が導入される流路と燃焼ガスが導入される流路とを直交して形成し、液体が導入される流路を上下方向に設け、この流路をガスが導入される流路に対して上流側と下流側とに2分割し、一方の分割流路に水を他方の分割流路に液体燃料を分離して導入し、相変化を伴う熱交換を行わせることを特徴とする燃料改質システム。

【請求項10】前記液体は燃料であることを特徴とする請求項9に記載の燃料改質システム。

【請求項11】前記液体が水と液体燃料である場合に、一方の分割流路に水を他方の分割流路に液体燃料を分離して導入することを特徴とする請求項9に記載の燃料改

質システム。

【請求項12】前記燃料が沸点の異なる2種の液体である場合に、沸点の相対的に高い側の液体を上流側に位置する分割流路に、沸点の相対的に低い側の液体を下流側に位置する分割流路に導入することを特徴とする請求項9に記載の燃料改質システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は熱交換器、特に相変化を伴わせる蒸発器およびこれを用いた燃料改質システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の熱交換器として特開平9-79694号公報や特開平11-6693号公報に開示されるものがある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、燃料改質システムにおいて、起動時（例えば、常温始動→定格運転）、加速時（例えばアイドル→定格運転）等の過渡運転条件において、燃料タンクから蒸発器に供給された液を素早く蒸気に変換して混合器、ATR（オートサーマル反応器）に供給する必要がある、蒸発器にはコンパクト（熱容量小）で高熱交換性能を有することが求められる。

【0004】このため従来の熱交換器を、相変化を伴う蒸発器に適用することを検討した。まず、特開平11-6693号公報の熱交換器では、水平方向に対向して2分割流（温水）を流し、その2分割流が形成する平面と垂直に流れる流体（空気）との間で熱交換を行わせている。この熱交換器をそのまま相変化を伴う蒸発器に適用しようとするれば燃料の流れが水平方向であるため燃料に偏りが生じ、一部に液相の燃料が混在したまま蒸発器出口から流出して混合器、ATRへと供給されてしまうという問題が発生する。従って相変化に伴う燃料の偏りを回避するには燃料の導入される流路の方向を鉛直方向（上下方向）に採る必要がある。

【0005】次に、特開平9-79694号公報の熱交換器を、相変化を伴う蒸発器に適用することを検討する。図2、図3上側は燃焼ガスの導入される流路2と燃料の導入される流路3とが直交するように構成した蒸発器1である。ただし、流路2と3とは交互に重ねており全体としては多層の構造となっている。

【0006】蒸発器1では燃料について液相から二相、さらに気相へと相変化を伴わせるため、燃料の導入される流路3の方向を鉛直下方に向けて設定している。このため、蒸発器1に導入される燃料は入口3aで液相の状態にありこの状態から二相へ、さらに出口3bでは気相へと変化し、過熱蒸気となった燃料が蒸発器1から流出する。

【0007】いま図3上側にも示したように燃焼ガスの

導入される流路2の入口2aからの距離 $x$ を横軸に、これに対して鉛直上向きに $y$ 軸を採り、 $x=0$ の位置において燃料が液相、二相、気相にある位置 $y_a$ 、 $y_b$ 、 $y_c$ を代表して選択する。そして、この3つの代表位置 $y_a$ 、 $y_b$ 、 $y_c$ から燃焼ガスが図3上側において $x$ 軸と水平に流れるとき、3つの代表位置を流れる燃焼ガスの各温度がどうなるかを表してみると、図3下側に示したようになる。すなわち、液相状態にある燃料を通過する燃焼ガス（図3上側において $y_a$ から $x$ 軸に水平に流れる燃焼ガス）は、図5に示すように熱通過率が大きく（例えば燃料が水の場合273 W/m<sup>2</sup> K）十分な熱交換性能が得られるため、燃焼ガス出口2bでの燃焼ガス温度は入口2aと比較して十分低下していることがわかる（図3下側の $y_a$ で示す実線参照）。

【0008】一方、気相状態にある燃料を通過する燃焼ガス（図3上側において $y_c$ から $x$ 軸に水平に流れる燃焼ガス）は熱通過率が小さく（例えば燃料が水の場合75 W/m<sup>2</sup> K）十分な熱交換性能が得られないため燃焼ガス出口2bでの燃焼ガス温度は燃焼ガス入口2aと比較してあまり低下していない（図3下側の $y_c$ で示す実線参照）。なお、図3下側において下側にみえる3つの各破線は図3上側において代表位置 $y_a$ 、 $y_b$ 、 $y_c$ から $x$ 軸に水平に辿ったときの燃料の温度、また $\Delta t_a$ 、 $\Delta t_b$ 、 $\Delta t_c$ は燃焼ガスと燃料の温度差である。

【0009】このように、特開平9-79694号公報に示される従来の熱交換器は、相変化を伴う蒸発器として適切な構成となっていないため、高熱交換性能で過渡運転条件において十分な応答性を得ることができない。

【0010】そこで本発明は、気相状態にある燃料を通過する燃焼ガスの温度が十分に低下するよう熱交換器の構造を工夫することにより、燃焼ガスの熱エネルギーを効率良く燃料に伝えてコンパクトで過渡応答性に優れた熱交換性能を得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、液体が導入される流路とガスが導入される流路とを直交して形成した熱交換器において、液体が導入される流路を上下方向に設けるとともに、この流路をガスが導入される流路に対して上流側と下流側とに2分割し、上流側に位置する分割流路には液体を上方から、下流側に位置する分割流路には液体を下方から導入し、相変化を伴う熱交換（液体を過熱蒸気へと変換する）を行わせる。

【0012】第2の発明では、第1の発明において前記液体が燃料である。

【0013】第3の発明では、第1の発明において前記液体が水と液体燃料（メタノールまたはガソリン等）である場合に、一方の分割流路に水を他方の分割流路に液体燃料を分離して導入する。

【0014】第4の発明では、第1の発明において前記液体が沸点の異なる2種の液体である場合に、沸点の相

対的に高い側の液体を上流側に位置する分割流路に、沸点の相対的に低い側の液体を下流側に位置する分割流路に導入する。

【0015】第5の発明は、液体が導入される流路とガスが導入される流路とを直交して形成した熱交換器において、液体が導入される流路を上下方向に設け、液体を上方から導入して過熱蒸気へと変換する相変化を伴う熱交換を行わせるとともに、熱交換部（フィン設定等）を過熱蒸気の同一温度ラインに合わせて設定し、熱交換部の下部を加熱蒸気の流路として用いる。

【0016】第6の発明では、第5の発明において前記液体が燃料である。

【0017】第7の発明では、第1から第6までのいずれか一つの発明において前記上下方向が鉛直方向である。

【0018】第8の発明では、第1から第6までのいずれか一つの発明において前記ガスが燃焼ガスである。

【0019】第9の発明は、液体燃料と水の混合液からなる原燃料蒸気を生成する蒸発器と、前記原燃料蒸気と酸素を含む気体とを用いて、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質器とを備える燃料改質システムにおいて、前記蒸発器を、液体が導入される流路と燃焼ガスが導入される流路とを直交して形成し、液体が導入される流路を上下方向に設け、この流路をガスが導入される流路に対して上流側と下流側とに2分割し、一方の分割流路に水を他方の分割流路に液体燃料を分離して導入し、相変化を伴う熱交換（水および液体燃料を過熱蒸気へと変換する）を行わせる。

【0020】第10の発明では、第9の発明において前記液体が燃料である。

【0021】第11の発明では、第9の発明において前記液体が水と液体燃料（メタノールまたはガソリン等）である場合に、一方の分割流路に水を他方の分割流路に液体燃料を分離して導入する。

【0022】第12の発明では、第9の発明において前記液体が沸点の異なる2種の液体である場合に、沸点の相対的に高い側の液体を上流側に位置する分割流路に、沸点の相対的に低い側の液体を下流側に位置する分割流路に導入する。

【0023】

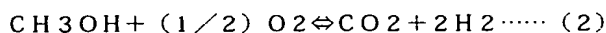
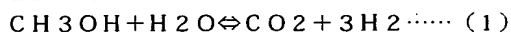
【発明の効果】第1、第2、第3、第4、第7、第8の発明によれば、相変化して気相状態になった部分を通してガスは分割位置までは熱通過率が小さく十分な熱交換性能が得られないため分割位置におけるガス温度はガス入口と比較してあまり低下しないが、分割位置を通過した後は液相状態にある部分を通してることになり熱通過率が大きく十分な熱交換性能が得られるので、ガス出口でガス温度がガス入口と比較して十分に低下する。同様に二相状態にある部分を通してガスについてもガス出口でガス温度がガス入口と比較して十分低下す

る。

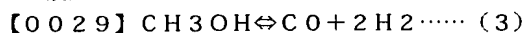
【0024】このようにガス出口で2つの代表位置を流れるガス温度が低温側に収束する分、ガスの有するより多くの熱エネルギーが液体側に伝えられる。この結果、蒸発器の体積を小さくでき、蒸発器のコンパクト化が図られる。

【0025】第5、第6、第7、第8の発明によれば、熱交換部の下部を用いて過熱蒸気をガスの流路方向と反対方向に排出することが可能となるため、特に高さ方向のコンパクト化を図ることができる。また熱交換部出口での過熱蒸気の温度は同じであるから過熱蒸気温度の均一化も促進される。

【0026】燃料改質システムに適用される蒸発器に液体燃料と水の混合液を導入するときには、起動時、加速時等の過渡運転条件において、蒸発器に供給される混合液が一時的に増加するため、蒸発器内の温度が一時的に低下する。このため、混合液内の高沸点成分である水の蒸発が遅れることにより低沸点成分である液体燃料（例えばメタノール）の割合が増加し、蒸発器出口での混合蒸気の成分は、蒸発器入口での混合液の成分に対してメタノール分の多い燃料成分となる。この燃料成分の変化は、過渡での運転条件の変化によってさまざまな状態に変化する。その結果、起動時、加速時等の過渡運転条件においては、燃料改質器に供給される燃料成分が、定常運転状態において燃料改質器での反応に最適となるよう

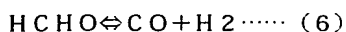
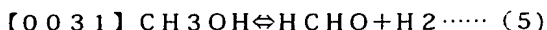


式(1)はメタノールの水蒸気反応(吸熱反応)であり、式(2)はメタノールの部分酸化反応(発熱反応)である。式(1)の反応は、主として下記に示されるように段階的に進行する。



式(3)はメタノールの分解反応(吸熱反応)であり、式(4)は一酸化炭素のシフト反応(発熱反応)である。ATR103は、これらの反応式の、発熱ならびに吸熱のバランスするオートサーマル条件で運転される。従って反応器のサイズや構成、あるいは触媒の性能が決まれば、燃料であるメタノールの流量に対する水蒸気の流量、そして空気の流量といった流量比はほぼ定まる。部分酸化反応(POX)に消費されるメタノール流量の、供給された全メタノール流量に対する比を、本発明においてはPOX率と定義し、供給された酸素のほぼ全量が式(2)の部分酸化反応(POX)に使用されるため、POX率から全メタノール流量に対する必要な空気流量が定まるものとしている。

【0030】また、触媒の温度が低い起動時では、さらに、下記の副反応が併発する。



に調整された水とメタノールの混合液の比率から変動し、未反応のメタノールやCO成分や煤の量が増加し、水素の量が低下するという問題が生じる。これに対して、燃料の水とメタノールを分離して2分割流路の各々に単独に導入するようにした第9、第10、第11、第12の発明によれば、こうした過渡運転条件において燃料成分変化が改質性能に及ぼす影響を除去することができる。

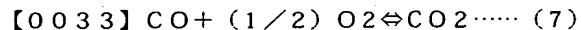
【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を添付図面に基いて説明する。図1は本発明の第1実施形態を示す。まず燃料改質システムとしての基本的な構成および動作につき説明する。図において、燃料タンク100内の水と燃料であるメタノールの混合液101は蒸発器102に送られて加熱蒸発され、水とメタノールの混合蒸気181となって混合器180に供給(送気)される。また圧縮器104より混合器180に空気182が圧送(送気)される。混合蒸気181と空気182は、混合器180で混合された後、ATR(オートサーマル反応器)103に供給(送気)される。ATR103は、燃料であるメタノールを、水ならびに空気内の酸素を用いて、下記の触媒反応により燃料改質し、水素リッチな改質ガスを生成する。

【0028】

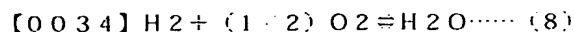
ATR103の運転温度は300~600℃であり、熱力学的化学平衡により数%オーダーの一酸化炭素を含む改質ガスが得られる。一酸化炭素は固体高分子型燃料電池200の、白金等からなる燃料極電極触媒を被毒し、その活性を著しく低下させてしまうため、シフト反応器105ならびにPROX反応器(選択酸化反応器)106からなる一酸化炭素クリーナシステムにより、数十~数百ppmにまで一酸化炭素を低減した上で燃料電池200に供給する必要がある。

【0032】数%オーダーの一酸化炭素を含む改質ガスは、シフト反応器105に送られ、式(4)のシフト反応の早い触媒により、一酸化炭素が低減される。シフト反応器105の運転温度は200~300℃であり、熱力学的化学平衡により0.数%オーダーの一酸化炭素を含む改質ガスとなる。シフト反応器がATR103に一体化される場合もある。シフト反応により一酸化炭素の低減された改質ガスは、PROX反応器に送られ、次式(7)の触媒酸化反応(発熱反応)により、さらに一酸化炭素が数十~高々百ppmにまで低減される。必要な酸素は圧縮器104により空気として供給される。



PROX反応器106では、水素雰囲気下で酸化反応を行うため、下記の水素の燃焼反応(発熱反応)も併発

し、次式(8)に対する式(7)の選択性が改質システムの効率に大きな影響を及ぼす。



PROX反応器106は、式(7)ならびに(8)による発熱を除去し、運転温度百数十℃に維持するために、図示しない冷却手段により空気あるいはLHC(冷却液)またはオイル等により冷却される。

【0035】このようにして極めて低レベルな濃度にまで一酸化炭素が低減された改質ガスと圧縮器104から空気とが燃料電池200の燃料極と空気極に送気され、発電が行われる。

【0036】燃料電池200において、改質ガス中の水素を全て利用することは困難であり、一部の水素を残した、発電に使用済みの改質ガスと、一部の酸素を残した、発電に使用済みの空気とを、触媒燃焼器107に送り燃焼させる。得られた高温の燃焼ガスは、蒸発器102に送られ、メタノールと水の蒸発のエネルギーとして再利用される。

【0037】500は、PROX反応器106に供給される空気の流量を制御する流量制御弁、501は、ATR103に供給される空気の流量を制御する流量制御弁、502は、燃料電池200の空気極に供給される空気の流量を制御する流量制御弁である。510は燃料電池200の燃料極の運転圧力を調整するための圧力制御弁、511は燃料電池200の空気極の運転圧力を調整するための圧力制御弁である。520、521は燃料電池200の燃料極側ならびに空気極側の運転圧力を検出する圧力センサであり、これらの圧力が同一となるように圧力調整がなされる。

【0038】400は燃料電池自動車等の移動体のエネルギー管理を行うコントローラであり、改質システムの運転負荷信号402を、コントローラ401に送る。コントローラ401は運転負荷信号402にもとづき、ATR103に必要な燃料蒸気ならびに空気の流量となるように、ポンプ170を駆動し、蒸発器102に供給する液体燃料の流量を制御するとともに、流量制御弁501を制御する。601、602は流量センサである。

【0039】本発明では、例えばこのような燃料改質システムにおいて、起動時(例えば、常温始動→定格運転)、加速時(例えばアイドル→定格運転)等の過渡運転条件において、燃料タンク100から蒸発器102に供給された液を素早く蒸気に変換して混合器180、ATR103に供給する必要があるため、蒸発器102を図4に示したように構成している。

【0040】これについて説明すると、図4上側は本実施形態における蒸発器102の概略正面図で、図3上側に対応させている。本実施形態においても、検討に用いた蒸発器1と同様、燃料(液体)が導入される流路と燃焼ガスが導入される流路とが直交して形成され、燃料が導入される流路が鉛直方向(上下方向)に設けられるの

であるが、液体燃料が導入される流路は1つでなく、燃焼ガスが導入される流路2に対して上流側と下流側とに2分割され、上流側に位置する分割流路5に液体燃料を上方から、また下流側に位置する分割流路6に液体燃料を下方から導入するようにしており、これら2つの分割流路5、6との間で相変化を伴う熱交換(液体燃料を過熱蒸気へと変換する)を行わせるようにしている。

【0041】詳細には燃料の導入される流路を図4上側において所定の横軸方向位置x1で鉛直方向に2分割する壁4を設け、このうち燃焼ガス入口2a側に位置する一方の分割流路5の流路方向は図3上側と同じに鉛直下方に設定し、これに対して燃焼ガス出口2b側に位置するもう一つの分割流路6の流路方向は鉛直上方に設定する。したがって、分割流路5については上方端が入口5a、下方端が出口5b、分割流路6については下方端が入口6a、上方端が出口6bとなる。

【0042】なお、本実施形態における蒸発器102についても図2左側に示したと同様、多層構造であることはいふまでもない。

【0043】ここで本実施形態の蒸発器102の作用を説明すると、気相状態にある燃料を通過する燃焼ガス(図4上側においてy<sub>c</sub>からx軸に水平に流れる燃焼ガス)はx1の位置までは熱通過率が小さく十分な熱交換性能が得られないためx1の位置における燃焼ガス温度は燃焼ガス入口2aと比較してあまり低下していないが、x1を通過した後は液相状態にある燃料を通過することになり熱通過率が大きく(例えば燃料が水の場合273W/m<sup>2</sup>K)十分な熱交換性能が得られるので、燃焼ガス出口2bで燃焼ガス温度が燃焼ガス入口2aと比較して十分に低下する(図4下側において太実線参照)。同様にして二相状態にある燃料を通過する燃焼ガス(図4上側においてy<sub>b</sub>からx軸に水平に流れる燃焼ガス)についても燃焼ガス出口2bで燃焼ガス温度が燃焼ガス入口2aと比較して十分に低下している(図4下側において太実線参照)。

【0044】このように2つの代表位置(y<sub>c</sub>、y<sub>b</sub>)を流れる燃焼ガス温度が図3上側に示す蒸発器1の場合より燃焼ガス出口2bで低温側に収斂する分、燃焼ガスの有するより多くの熱エネルギーが燃料側に伝えられる。この結果、蒸発器102の体積を小さくでき、蒸発器102のコンパクト化が図られる。

【0045】図6は第2実施形態の蒸発器701の概略構成図で、図4上側の蒸発器102と置き換わるものである。第1実施形態では蒸発器102に導入される燃料は水とメタノールの2種の燃料の混合液であったが、第2実施形態はこの2種の混合燃料を分離して流すようにしたものである。すなわち、沸点の相対的に高い燃料である水を燃焼ガスの入口2a側に位置する分割流路5に導入し、沸点の相対的に低い燃料であるメタノール(またはガソリン等)を燃焼ガスの出口2b側に位置する分

割流路6に導入する。沸点の相対的に高い燃料である水のほうを燃焼ガスの入口2a側に導入するのは、水のほうが気化に要する熱量が多いからである。

【0046】ところで、図1に示した燃料改質システムでは、起動時、加速時等の過渡運転条件においては、第1実施形態の蒸発器102であっても、蒸発器102に供給される混合液が一時的に増加するため、蒸発器102内の温度が一時的に低下する。このため、混合液内の高沸点成分である水の蒸発が遅れることにより低沸点成分であるメタノールの割合が増加し、蒸発器102出口での混合蒸気の成分は、蒸発器102入口での混合液の成分に対してメタノール分の多い燃料成分となる。この燃料成分の変化は、過渡での運転条件の変化によってさまざまな状態に変化する。その結果、起動時、加速時等の過渡運転条件においては、ATR103に供給される燃料成分が、定常運転状態においてATR103での反応に最適となるように調整された水とメタノールの混合液の比率から変動し、未反応のメタノールやCO成分や煤の量が増加し、水素の量が低下するという問題が生じる。

【0047】これに対して、燃料の水とメタノールを分離して2分割流路5、6の各々に単独に導入するようにした第2実施形態によれば、こうした過渡運転条件における燃料成分変化が改質性能に及ぼす影響を除去することができる。

【0048】図6では燃焼ガス入口2aから燃焼ガス出口2bまでのほぼ半分の位置を分割位置x1としているがこれに限られるものでない。例えば分割位置x1を決めるパラメータには次のようなものがある。

【0049】①2種の燃料の成分の違い：例えば水とメタノールであれば水のほうの流路を相対的に広くする。

【0050】②2種の燃料の流量の違い：例えば大流量のほうを小流量のほうより広くする。

【0051】③2種の燃料に対する各要求熱交換量の違い：例えば要求熱交換量の大きいほうを相対的に広くする。

【0052】図7は第3実施形態の蒸発器702の概略正面図である。

【0053】図において燃料の導かれる流路703は実際には図8のように細分化されていると理解すればよく、この場合に燃焼ガスが図7において右方向に流れるとき、気相となった燃料蒸気（過熱蒸気）が同一の温度となる位置は図7のように右下がりの直線となる。従って、この過熱蒸気同一温度ラインにハッチングで示す熱交換部（フィン設定等）704の下端を合わせ、蒸発器702の下方に三角形形状の流路705が残るように構成する。

【0054】第3実施形態によれば、三角形形状流路705を用いて過熱蒸気を燃焼ガスの流路方向と反対方向に

排出することが可能となるため、特に高さ方向のコンパクト化を図ることができる。

【0055】また熱交換部出口（熱交換部704の下端）での過熱蒸気の温度は同じであるから過熱蒸気温度の均一化も促進される。

【0056】図4上側、図6では分割流路5、6が一对である場合で説明したが、これに限られるものでなく例えば図9に示したように2対設けてもかまわない。

【0057】図7では燃料の導かれる流路703の流路方向が鉛直下方である場合で説明したが、これに限られるものでなく例えば図10に示したように燃料の導かれる流路の方向が鉛直上方であるものと一对を構成するように設けてもかまわない。

【0058】実施形態では相変化を伴う液体が水とメタノールの混合燃料である場合で説明したが、これに限られるものでなく単独の液体燃料でもよい。相変化を伴う液体は燃料でなくてもかまわない。また、実施形態では燃焼ガスとの間で熱交換を行わせて液体を過熱蒸気へと相変化させる場合で説明したが、冷媒ガスとの間で熱交換を行わせて蒸気を液体へと相変化させる場合にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】燃料改質システムの概略構成図。

【図2】従来の熱交換器を相変化を伴う蒸発器に適用する際の検討に用いた蒸発器のモデル図。

【図3】同じく従来の熱交換器を相変化を伴う蒸発器に適用する際の検討に用いた蒸発器の概略正面図及び3つの代表位置 $y_a$ 、 $y_b$ 、 $y_c$ を流れる燃焼ガス温度の特性図。

【図4】本発明の第1実施形態の蒸発器の概略正面図及び3つの代表位置 $y_a$ 、 $y_b$ 、 $y_c$ を流れる燃焼ガス温度の特性図。

【図5】燃料が水である場合にこの水と燃焼ガスとの間で熱交換を行う場合の熱伝達率、熱通過率、比熱をまとめた表図。

【図6】第2実施形態の蒸発器の概略正面図。

【図7】第3実施形態の蒸発器の概略正面図。

【図8】第3実施形態の燃料の導入される流路を示す蒸発器の概略正面図。

【図9】第4実施形態の蒸発器の概略正面図。

【図10】第5実施形態の蒸発器の概略正面図。

【符号の説明】

2 燃焼ガス流路

5、6 分割流路

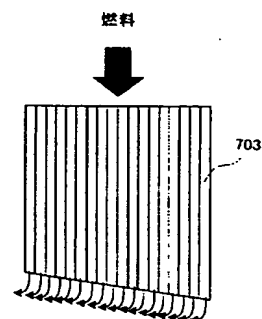
102 蒸発器

701 蒸発器

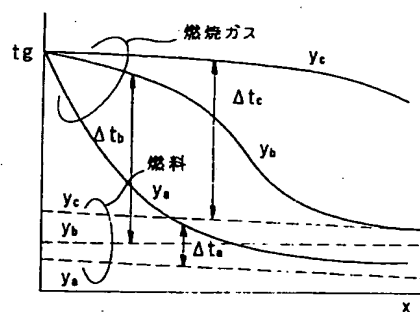
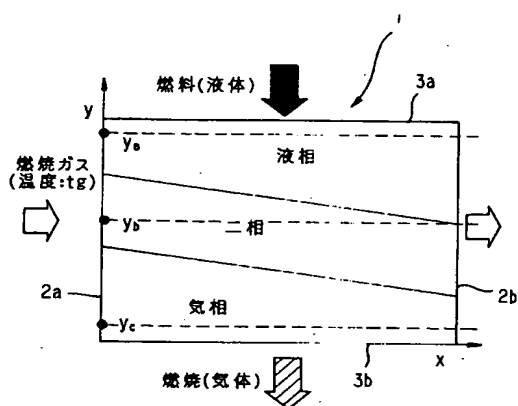
702 蒸発器

705 三角形形状流路

【図 8】

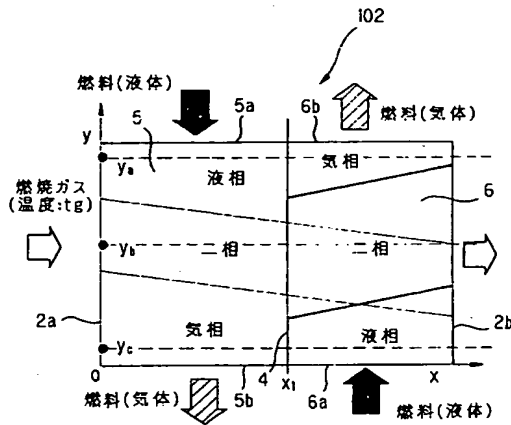


【図 3】





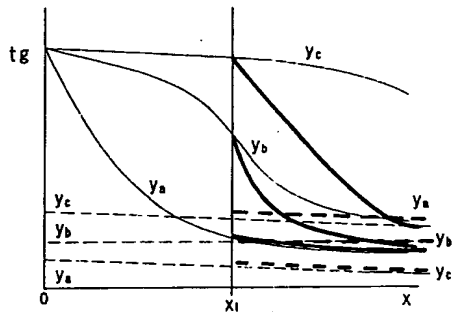
【図4】



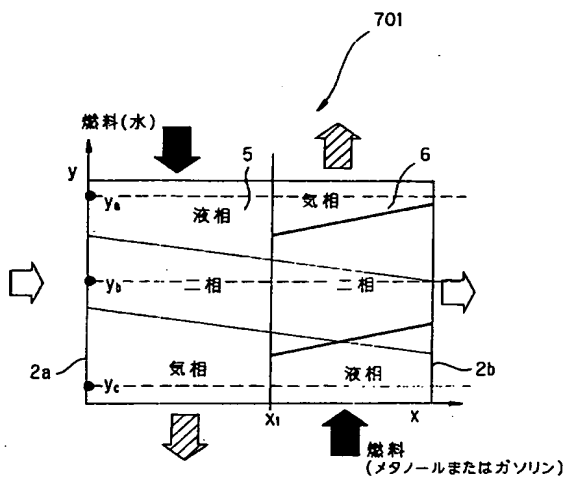
【図5】

		熱伝達率 (W/m <sup>2</sup> K)	熱通過率 (W/m <sup>2</sup> K)	比熱 (KJ/Kg·K)
燃料 (水の場合)	液相	3000	273	4.2
	二相	1000	231	—
	気相	100	75	2.2
燃焼ガス		300	—	1.1

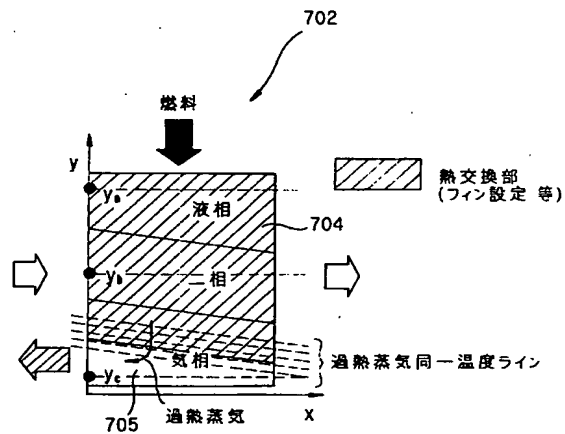
熱通過量 = 熱通過率 \* 温度差 ( $\Delta t$ )



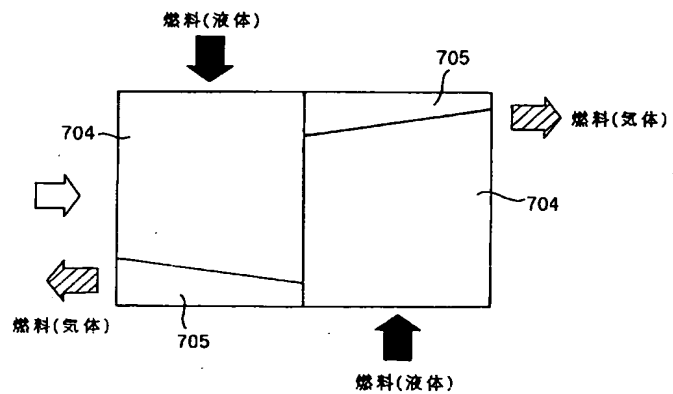
【図6】



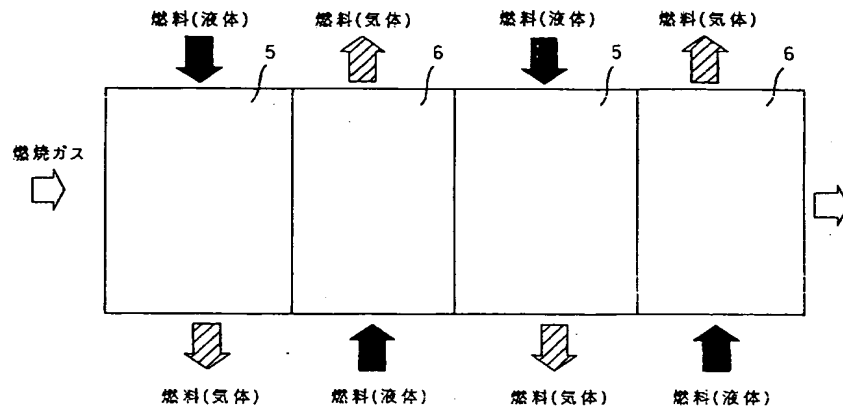
【図7】



【図10】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**